

**Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské - Technické univerzity Ostrava**

číslo 1, rok 2012, ročník XII, řada stavební

článek č. 12

**Marek JAŠEK<sup>1</sup>****FINANČNÍ POROVNÁNÍ TRADIČNÍ A NOVODOBÉ METODY  
PRO ZESILOVÁNÍ ZDĚNÝCH SLOUPŮ****FINANCIAL COMPARISON OF TRADITIONAL AND MODERN METHODS  
FOR STRENGTHENING OF MASONRY COLUMNS****Abstrakt**

Příspěvek se zabývá finančním porovnáním jedné z tradičních metod zesílení zděného sloupu a novodobé metody pomocí cementového kompozitu ECC. Porovnání je provedeno z toho důvodu, že často finance, rychlost a náročnost realizace má zásadní vliv na rozhodování o způsobu zesilování zděných konstrukcí.

**Klíčová slova**

ECC kompozit, zděný sloup, zesílení, tlak.

**Abstract**

The paper deals with the financial comparison of one of the traditional methods of reinforcement brick pillar and using modern methods of cement composite ECC. Comparison is made on the grounds that it often finances, speed and complexity of implementation is essential to deciding how strengthening of masonry structures.

**Keywords**

ECC composites, masonry columns, strengthening masonry, pressure.

**1 ÚVOD**

Výběr vhodné metody sanace zděných sloupů či pilířů nezávisí pouze jen na statické únosnosti dané metody, ale rovněž na technologické, časové a finanční náročnosti metody. V příspěvku bude z finančního pohledu posouzena tradiční způsob zesilování zděných sloupů či pilířů (metoda zesílení pomocí ocelové bandáže) a nový inovační cementový kompozit ECC (Engineered Cementitious Composites) (Jašek, 2011a).

Finanční zhodnocení jednotlivých metod zesílení je zpracováno pro zděný sloup o půdorysných rozměrech 440 × 440 mm a o výšce 3000 mm. Pro výpočet finančního zhodnocení je nutno vypracovat výkaz výměr vztahující se k daným metodám zesílení viz (Jašek, 2011b). Pro finanční zhodnocení jednotlivých metod zesílení zděného sloupu jsou použity směrné (orientační) ceny stavebních prací. Výpočet finančního hodnocení je zpracováno v softwaru BUILDpower verze 13 od brněnské firmy Rts, a.s., se sborníkem cen stavebních prací (datovou základnou) z prvního pololetí roku 2010 (RTS 10/1). Dále jsou použity ceny stavebních materiálů od výrobců jednotlivých materiálů (fy Helifix cz, s.r.o.). Ceny vstupních složek (surovin) potřebných pro výpočet orientační ceny ECC kompozitu byly zjištěny poptávkou u firmy Betotech, s.r.o. Hodnota (množství) spotřeby času je převzata z výkonové normy, která je dostupná v datové základně použitého software.

<sup>1</sup> Ing. Marek Jašek, Ph.D. Katedra pozemního stavitelství, Fakulta stavební, VŠB-Technická univerzita Ostrava, Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33 Ostrava-Poruba, tel.: (+420) 597 321 927, e-mail: [marek.jasek@vsb.cz](mailto:marek.jasek@vsb.cz).

## 2 FINANČNÍ ZHODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH METOD

Pro finanční zhodnocení jednotlivých metod zesílení je vytvořen technologický postup daných metod zesílení, který zahrnuje nejen vlastní aplikaci daného materiálu, ale i předešlé a následující stavební procesy (Jašek, 2011b). Jedná se zejména o otlučení omítky, očištění povrchu zděného sloupu, provedení povrchové úpravy, atd.

Jednotlivé položky jsou čerpány ze sborníku cen stavebních prací, popřípadě jako kopie rozboru z jiných položek, kdy se použije podobná položka databáze, která již samotný rozbor obsahuje a ten se přizpůsobí potřebám individuálně kalkulované konstrukce či práce.

Dalším používaným způsobem určení ceny stavební práce je vlastní individuální kalkulace nákladů a to (ÚRS Praha a.s., 2009):

$$JC = H + M + S + OPN + Rv + Rs + Z \quad (1)$$

kde:

$JC$  – jednotková cena na měrnou jednotku [Kč/měrná jednotka],

$H$  – náklady na přímý materiál [Kč],

$M$  – náklady na přímé mzdy [Kč],

$S$  – náklady na provoz stavebních strojů a zařízení [Kč],

$OPN$  – ostatní přímé náklady [Kč],

$Rv$  – režie výrobní [Kč],

$Rs$  – režie správní [Kč],

$Z$  – zisk [Kč].

Ostatní přímé náklady  $OPN$  obsahují zejména odvody z mezd ve výši 35 % z nákladů na přímé mzdy ( $OPN = M \times 0,35$ ). Výrobní a správní režie se počítají procentuální sazbou z přímých zpracovacích nákladů  $PZN$  ( $PZN = M + S + OPN$ ). Procentuální sazba režie výrobní  $S1$  se uvádí 42 % ( $Rv = PZN \times 0,42$ ) a procentuální sazba režie správní  $S2$  pak 17 % ( $Rs = PZN \times 0,17$ ). Zisk se taktéž vypočte procentuální sazbou. Procentuální sazba zisku  $S3$  se obvykle uvažuje ve výši 9 % ze zpracovacích nákladů  $ZN$  ( $ZN = PZN + Rv + Rs$ ). Jednotlivé sazby jsou převzaty z kalkulačního vzorce softwaru pro rozpočtování BUILDpower, který je použit pro výpočet finančního zhodnocení daných metod zesílení.

Cena specifikace, tj. vlastního nosného materiálu je určena pořizovací cenou  $PPC$ . Pořizovací cena se vypočte podle vzorce (ÚRS Praha a.s., 2009):

$$PPC = CP + PRN \quad (2)$$

kde:

$PPC$  – pořizovací cena [Kč],

$CP$  – cena pořízení [Kč],

$PRN$  – pořizovací náklady [Kč].

Cena pořízení  $CP$  je nabídkovou nebo informativní cenou dodavatele či výrobce. Pořizovací náklady  $PRN$  se určují procentuální sazbou  $S4$  z ceny pořízení. Procentuální sazba pořízení  $S4$  pro výztužné prvky se uvažuje v kalkulačním vzorci softwaru BUILDpower ve výši 7,4 % z ceny pořízení ( $PRN = CP \times 0,074$ ) a pro lepicí hmotu ve výši 4 % ( $PRN = CP \times 0,04$ ).

### 2.1 Finanční zhodnocení metody zesílení pomocí ocelové bandáže

Pro zesílení jsou navrženy úhelníky rovnoramenného L profilu  $80 \times 80 \times 8$  mm a příčná pásová ocel  $P6 - 60$ . Pro stanovení finančního zhodnocení jednotlivých metod zesílení zděného sloupu se vypočte množství materiálů potřebných pro zesílení. Hmotnost ocelových prvků na 1bm je převzata ze Stavebních tabulek (Rochla, 1982). Množství materiálů je patrné z tab. 1. Počet řad příčné pásové oceli je 7, což odpovídá svislé osové vzdálenosti 450 mm.

Tab. 1: Množství materiálů při zesílení pomocí ocelové bandáže pro zděný sloup o půdorysných rozměrech 440 × 440 mm a o výšce 3,0 m

| Číslo položky | Zkrácený popis výměry  | MJ | Množství |
|---------------|--|----|----------|
| 1.            | L profily 80 × 8<br>$3,0 \times 0,00963 \times 4 = 0,1156 \text{ t}$             | t  | 0,116    |
| 2.            | Pásová ocel 60 × 6<br>$0,46 \times 0,00285 \times 4 \times 7 = 0,0367 \text{ t}$ | t  | 0,0367   |

Orientační cena osazení ocelových profilů je vytvořena editací (variantou) již existující položky z databáze cen stavebních prací a to položky *Osazení ocelových válcovaných nosníků do č. 12*, kde je potřeba stroje *jeřáb* nahrazena *svářečím agregátem* a potřeba profese *řidič-mazač strojů třídy 6* profesí *svářeč*.

Jednotková cena navlhčení vnitřního povrchu se určí individuální kalkulaci dle vzorce (1), práci bude provádět omítkář třídy 6 s jednotkovou cenou 120 Kč/Nh při pracnosti 0,09 Nh:

$$JC = 0,02 + 120 \times 0,09 + 0 + 10,8 \times 0,35 + 14,58 \times 0,42 + 14,58 \times 0,17 + 23,18 \times 0,09 = 25,30 \text{ Kč/m}^2.$$

Rovněž cena očištění povrchu stávajícího sloupu se určí individuální kalkulaci. Stávající povrch bude čistit stavební dělník třídy 4 s jednotkovou cenou 96,3 Kč/Nh při pracnosti 0,38 Nh:

$$JC = 0 + 96,3 \times 0,38 + 0 + 36,59 \times 0,35 + 49,4 \times 0,42 + 49,4 \times 0,17 + 78,55 \times 0,09 = 85,60 \text{ Kč/m}^2.$$

Jednotlivé položky pro finanční zhodnocení metody zesílení pomocí ocelové bandáže včetně měrných jednotek, množství stavební práce či materiálu, jednotkové ceny za měrnou jednotku a cenu za položku jsou uvedeny v tab. 2.

Tab. 2: Ceny stavebních materiálů a prací metody zesílení pomocí ocelové bandáže pro zděný sloup o půdorysných rozměrech 440 × 440 mm a o výšce 3,0 m

| Poř. č.             | Popis                              | MJ                     | Množství | Cena/MJ Kč | Cena Kč         |
|---------------------|------------------------------------|------------------------|----------|------------|-----------------|
| 1.                  | Osazení ocelových profilů          | t                      | 0,1523   | 8984,07    | 1368,27         |
| 2.                  | Ocel pásová 60/6                   | t                      | 0,0367   | 34900,23   | 1280,84         |
| 3.                  | Profil L 80/8                      | t                      | 0,1156   | 29832,10   | 3448,59         |
| 4.                  | Navlhčení vnitřních povrchů        | m <sup>2</sup>         | 3,6000   | 25,30      | 91,08           |
| 5.                  | Potažení oc. profilů rab. pletivem | m <sup>2</sup>         | 5,2800   | 108,00     | 570,24          |
| 6.                  | Omítka sloupů                      | m <sup>2</sup>         | 5,2800   | 404,00     | 2133,12         |
| 7.                  | Omítka sloupů pod úhelníky         | m <sup>2</sup>         | 2,4000   | 224,50     | 538,80          |
| 8.                  | Očištění povrchu                   | m <sup>2</sup>         | 5,2800   | 85,60      | 451,97          |
| 9.                  | Lešení pomocné                     | m <sup>2</sup>         | 4,4640   | 135,50     | 604,87          |
| 10.                 | Otlučení stávající omítky          | m <sup>2</sup>         | 5,2800   | 60,40      | 318,91          |
| 11.                 | Přesun hmot                        | t                      | 0,6899   | 224,00     | 154,55          |
| 12.                 | Odvoz sutí                         | t                      | 0,4858   | 262,50     | 127,51          |
| 13.                 | Vnitrostaveništní doprava sutí     | t                      | 0,4858   | 218,50     | 106,14          |
| 14.                 | Poplatek za skládku stavební sutí  | t                      | 0,4858   | 350,00     | 170,02          |
| Cena celkem bez DPH |                                    | zaokrouhleno na koruny |          |            | <b>11365,00</b> |

Orientační cena metody zesílení pomocí ocelové bandáže vychází na 11.365 Kč bez DPH vztahující se na zděný sloup o půdorysných rozměrech 440 × 440 mm a o výšce 3,0 m.

## 2.2 Finanční zhodnocení metody zesílení pomocí ECC kompozitu

Pro zhodnocení ECC kompozitu byla vybrána směs kompozitu PVA-ECC vycházející z návrhového poměru složek směsi M45. Tloušťka obetonávky je navržena v tloušťce 60 mm. Technologický postup aplikace kompozitu ECC odléváním je uveden v (Kajima Technical Research Institute, 2006) a v (Jašek, 2011b).

Tab. 3: Poměr složek u směsi ECC-M45 dle hmotnostního poměru (Li, 2007)

| Složka | Cement | Popílek | Křemičitý písek | Voda | Přísady | Vlákna (%) |
|--------|--------|---------|-----------------|------|---------|------------|
| Poměr  | 1,0    | 1,2     | 0,8             | 0,56 | 0,012   | 0,02       |

Jako plnivo je použit popílek a to zejména z ekonomického a environmentálního důvodu. Při použití křemičitého úletu, jehož cena je přibližně 50 Kč/kg (cena popílku vychází jen 0,15 Kč/kg), by celková cena ECC kompozitu vycházela v našich podmínkách nevhodná.

U ECC kompozitu se v první fázi finančního zhodnocení zjistila cena čerstvé směsi pomocí individuální kalkulace. V tab. 2 je uvedeno množství vstupních složek potřebných pro výrobu 1 m<sup>3</sup> čerstvé směsi, dále cena vstupních složek (surovin) a celková cena daného kompozitu. V rozboru položky beton, která se již nachází v databázi cen stavebních prací, je nahrazena stávající cena čerstvé betonové směsi za vykalkulovanou cenu ECC kompozitu viz tab. 4.

Tab. 4: Orientační stanovení ceny kompozitu ECC na 1 m<sup>3</sup> čerstvé směsi

| Složka             | Cement  | Popílek | Křemičitý písek | Voda  | Přísady | Vlákna |
|--------------------|---|---------|-----------------|-------|---------|--------|
| Množství (kg)      | 583   | 700     | 467             | 298   | 19      | 26     |
| Cena za MJ (Kč/kg) | 2,3   | 0,15    | 2,3             | 0,035 | 45      | 180    |
| Cena složek (Kč)   | 1341  | 105     | 1074            | 11    | 855     | 4680   |
| Cena celkem        | 8066 Kč na 1 m <sup>3</sup> čerstvé směsi kompozitu ECC |         |                 |       |         |        |

Ostatní položky již byly převzaty z databáze cen stavebních prací. Seznam položek včetně jejich základních údajů jsou znázorněny v tab. 5. Výsledná cena je uvedena v korunách bez DPH zaokrouhlena na celé koruny.

Tab. 5: Ceny stavebních materiálů a prací metody zesílení pomocí ECC kompozitu pro zděný sloup o půdorysných rozměrech 440 × 440 mm a o výšce 3,0 m

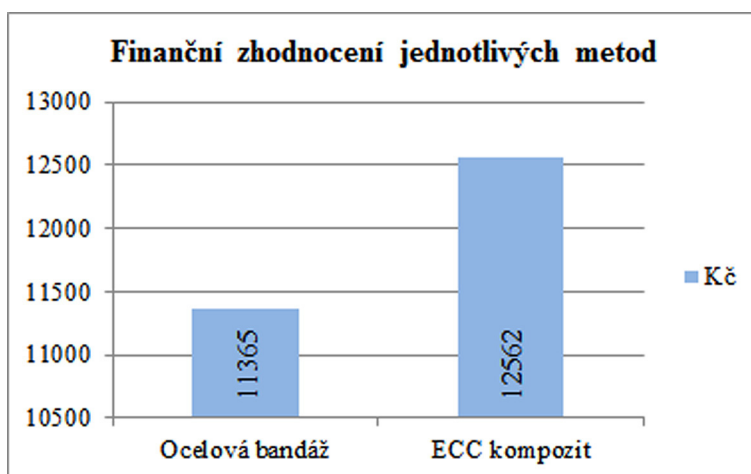
| Poř. č.             | Popis                             | MJ                     | Množství | Cena/MJ Kč | Cena Kč         |
|---------------------|-----------------------------------|------------------------|----------|------------|-----------------|
| 1.                  | ECC kompozit                      | m <sup>3</sup>         | 0,3600   | 8867,11    | 3192,16         |
| 2.                  | Bednění – zřízení                 | m <sup>2</sup>         | 6,7200   | 544,00     | 3655,68         |
| 3.                  | Bednění – odstranění              | m <sup>2</sup>         | 6,7200   | 198,50     | 1333,92         |
| 4.                  | Penetrační nátěr                  | m <sup>2</sup>         | 5,2800   | 30,00      | 158,40          |
| 5.                  | Omítka sloupů                     | m <sup>2</sup>         | 5,2800   | 404,00     | 2133,12         |
| 6.                  | Očištění povrchu                  | m <sup>2</sup>         | 5,2800   | 85,60      | 451,97          |
| 7.                  | Lešení pomocné                    | m <sup>2</sup>         | 4,4640   | 135,50     | 604,87          |
| 8.                  | Otlučení stávající omítky         | m <sup>2</sup>         | 5,2800   | 60,40      | 318,91          |
| 9.                  | Přesun hmot                       | t                      | 1,3792   | 224,00     | 308,95          |
| 10.                 | Odvoz sutí                        | t                      | 0,4858   | 262,50     | 127,51          |
| 11.                 | Vnitrostaveništní doprava sutí    | t                      | 0,4858   | 218,50     | 106,14          |
| 12.                 | Poplatek za skládku stavební sutí | t                      | 0,4858   | 350,00     | 170,02          |
| Cena celkem bez DPH |                                   | zaokrouhleno na koruny |          |            | <b>12562,00</b> |

Orientační cena metody zesílení pomocí ECC kompozitu je 12.562 Kč bez DPH a to pro zděný sloup o půdorysných rozměrech 440 × 440 mm a o výšce 3,0 m.

### 3 ZÁVĚR

Z porovnání jednotlivých metod vyplývá, že levnější způsob zesílení zděného sloupu je tradiční metoda zesílení zděného sloupu pomocí ocelové bandáže. Metoda zesílení pomocí cementového kompozitu ECC vychází přibližně o 10 % dražší než tradiční metoda zesílení zděného sloupu pomocí ocelové bandáže.

Uvedené náklady na přímé mzdy včetně časové náročnosti budou ještě ověřeny časovým snímkem na konkrétním sanovaném sloupu a následně porovnány s použitými daty vycházející z databáze cen stavebních prací.



Obr. 1: Porovnání jednotlivých metod zesílení dle finanční náročnosti pro zděný sloup o půdorysných rozměrech 440 × 440 mm a o výšce 3,0 m

## LITERATURA

- [1] JAŠEK, Marek. 2011a. Odezva zděného sloupu při zesílení cementovým kompozitem ECC. *Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské - Technické univerzity Ostrava: řada stavební*. 2011, roč. 11, č. 2, s. 127-134. ISSN 1213-1962.
- [2] JAŠEK, Marek. 2011b. *Posouzení nových materiálů a technologií pro zesilování zděných konstrukcí*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2011. 187 s. Disertační práce. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební.
- [3] Kajima Technical Research Institute. 2006. *Mixing Manual of ECC Dry-Mix for Casting*, KaTRI, Japan. 2006.
- [4] LI, Victor C. 2007. Integrated structures and materials design. *RILEM J. Mater. Struct.*, 40(4), 387–396.
- [5] ROCHLA, Milan. 1982. *Stavební tabulky*. Praha: SNTL. 1982.
- [6] ÚRS PRAHA a.s. 2009. *Rozpočtování a oceňování stavebních prací*. Praha: ÚRS PRAHA, a.s., 2009. 210 s. ISBN 978-80-7369-239-1.

### Oponentní posudek vypracoval:

Ing. Václav Pospíchal, Ph.D., Katedra technologie staveb, Fakulta stavební, České vysoké učení technické v Praze.

Ing. Iveta Kolibová, RTS, a. s., Brno.